

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-307342

(43)Date of publication of application : 28.11.1997

(51)Int.Cl.

H01Q 13/08

H01Q 1/32

H01Q 3/01

H01Q 15/08

(21)Application number : 08-119395

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 14.05.1996

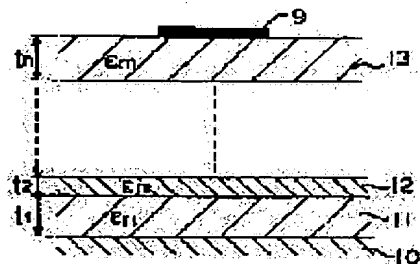
(72)Inventor : OTSUKA MASATAKA
KONISHI YOSHIHIKO
MATSUNAGA MAKOTO
NAKAHARA SHINTARO

(54) ANTENNA SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thinnest antenna system which can secure a desired radiating level in a low wave angle, a desired operation band and a low reflecting loss.

SOLUTION: The thicknesses t_1 to t_n of each dielectric layer of the antenna system laminating n -number of dielectric layers of a ratio dielectric rate ϵ_{r1} to ϵ_{rn} between a base board 10 and a main radiation conductor 9 are fixed so as to almost satisfy $(t_1+t_2+\dots+t_n)/(\epsilon_{r1}t_1+\epsilon_{r2}t_2+\dots+\epsilon_{rn}t_n) = \epsilon_{reff}$ and $t_1+t_2+\dots+t_n=t_{min}$ with respect to the minimum thickness t_{min} of the dielectric layer securing the desired operation band and the low radiation loss at the ration dielectric rate ϵ_{reff} and ϵ_{reff} of the antenna fixed from a desired beam width.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.09.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-307342

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 Q 13/08			H 0 1 Q 13/08	
1/32			1/32	Z
3/01			3/01	
15/08			15/08	

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 9 頁)

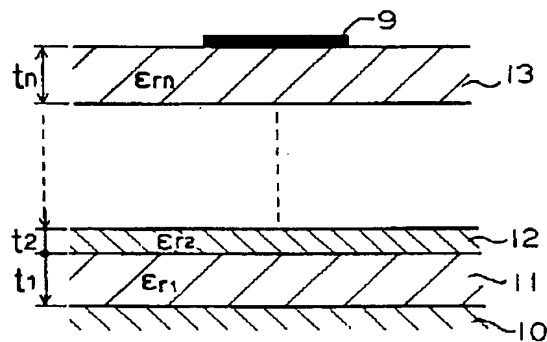
(21) 出願番号	特願平8-119395	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成8年(1996)5月14日	(72) 発明者	大塚 昌孝 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		(72) 発明者	小西 善彦 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		(72) 発明者	松永 誠 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 田澤 博昭 (外2名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置

(57) 【要約】

【課題】 アンテナ装置の比誘電率を大きく放射素子を小さくして低仰角方向への放射レベルを上げても、アンテナ装置を厚くして動作帯域を確保しなければならない、必要以上にアンテナ装置の厚さが厚くなってしまふ課題があった。

【解決手段】 地板10と主放射導体9との間に比誘電率 $\epsilon_{r1} \sim \epsilon_{rn}$ のn層の誘電体層が積層されたアンテナ装置の各誘電体層の厚さ $t_1 \sim t_n$ を、所望のビーム幅から定まるアンテナの比誘電率 ϵ_{reff} 、および ϵ_{reff} において所望の動作帯域と低反射損失を確保できる誘電体層の厚さの最低値 t_{n1n} に対して、 $(t_1 + t_2 + \dots + t_n) / (t_1 / \epsilon_{r1} + t_2 / \epsilon_{r2} + \dots + t_n / \epsilon_{rn}) = \epsilon_{reff}$ および $t_1 + t_2 + \dots + t_n = t_{n1n}$ を概ね満たすように定めた。



9 : 放射素子 (給電された主放射導体)

10 : 導体地板 (地板)

11 : 第1の誘電体層 (誘電体層)

12 : 第2の誘電体層 (誘電体層)

13 : 第nの誘電体層 (誘電体層)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主放射導体と地板の間に、前記地板側から順にそれぞれの厚さが $t_1 \sim t_n$ 、それぞれの比誘電率が $\epsilon_{r,1} \sim \epsilon_{r,n}$ の n 層の誘電体層が積層されたアンテナ装置において、
所望のビーム幅から定まるアンテナの比誘電率 ϵ_{reff} に対して、

$$(t_1 + t_2 + \dots + t_n) / (t_1 / \epsilon_{r,1} + t_2 / \epsilon_{r,2} + \dots + t_n / \epsilon_{r,n}) = \epsilon_{reff}$$

を概ね満たすように、かつ、前記比誘電率 ϵ_{reff} において所望の動作帯域と低反射損失を確保できる放射導体—地板間の厚さの最低値 t_{min} に対して、

$$t_1 + t_2 + \dots + t_n = t_{min}$$

を概ね満たすように、前記 n 層の誘電体層の各厚さ $t_1 \sim t_n$ を定めたことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 2】 主放射導体は給電された給電放射導体であることを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ装置。

【請求項 3】 第 n 層以外の誘電体層上に、給電されない主放射導体を励振するための給電放射導体およびこの給電放射導体に給電する給電回路を設けたことを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ装置。

【請求項 4】 給電放射導体および給電回路をフィルム基板により構成して剛性の誘電体層上に配置し、前記フィルム基板上に緩衝材を配置し、この緩衝材上に剛性の誘電体層を配置したことを特徴とする請求項 3 記載のアンテナ装置。

【請求項 5】 剛性の誘電体層の緩衝材と接触する部分を残し、前記部分より主放射導体側の誘電体層を、主放射導体および給電放射導体の周囲を除いて取り除いたことを特徴とする請求項 4 記載のアンテナ装置。

【請求項 6】 主放射導体および給電放射導体の周囲を除いて、給電放射導体および給電回路より前記主放射導体側の誘電体層の全てもしくは一部を取り除いたことを特徴とする請求項 3 記載のアンテナ装置。

【請求項 7】 主放射導体の周囲を除いて、誘電体層の全てもしくは一部を取り除いたことを特徴とする請求項 2 記載のアンテナ装置。

【請求項 8】 第 n 層以外の誘電体層のうちのいずれかに配置した硬度の低い誘電体層の厚さを概ね一定に保つ厚さ保持機構を設けたことを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ装置。

【請求項 9】 給電放射導体への給電回路にロータリジョイントを接続し、前記給電回路と前記ロータリジョイントの接続点に重ならないように複数の給電放射導体を設けたことを特徴とする請求項 2 または請求項 3 記載のアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は人工衛星を利用した自動車電話等において用いられるアンテナ装置など、

低仰角方向の放射レベルが要求されるアンテナ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図 8 は例えば特開平 2-219306 号公報に示された従来のアンテナ装置の構成図であり、

(a) はアンテナ装置の断面図、(b) は(a)において A 側から見た誘電体基板 4 の正面図、(c) は(a)において B 側から見た誘電体基板 3 の正面図である。図において、1 は給電放射素子、2 は無給電放射素子、3、4 は誘電体基板であり、5 は地板、6 は空気層、7 は給電線、8 は給電コネクタである。空気層 6 はスペーサ等、誘電体基板 3 と 4 の間隔を概ね一定に保つ機構により維持される。

【0003】 次に動作について説明する。給電コネクタ 8、給電線 7 を通して給電された電波により、給電放射素子 1 が励振される。励振された給電放射素子 1 から放射された電波は無給電放射素子 2 に電磁氣的に結合し、無給電放射素子 2 を励振する。励振された無給電放射素子 2 は電波を空間に放射する。

【0004】 このような従来のアンテナ装置において、図 8 に示した厚み寸法 t_{c1} 、 t_{c2} はアンテナ装置に要求する動作帯域と反射損失から決められていた。一般には、所望の反射損失の上限が決まれば、地板 5 と給電放射素子 1 の間隔 t_{c1} や地板 5 と無給電放射素子 2 の間隔 $t_{c1} + t_{c2}$ を大きくすることにより動作帯域を広くすることができる。このため従来のアンテナ装置では、所望の動作帯域と低反射損失を実現できる中で最も薄い寸法でアンテナを作ることが多かった。

【0005】 また、アンテナ内部の比誘電率が小さいほどアンテナ Q が小さくなるので、より薄い厚さで所望の動作帯域が得られ、また放射素子の設計も大きくなるためアンテナの正面方向の放射が強くなる。このため、誘電体基板 3 などアンテナの内部にある誘電体を発泡材等の比誘電率が低い材料で構成したり、誘電体基板 3 の厚さ t_{c1} に対して空気層 6 の厚さ t_{c2} の割合を大きくして構成することもよく行われている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来のアンテナ装置は以上のように構成されているので、通常の設計においては動作帯域や正面方向の放射レベルのみを考慮しており、低仰角方向への所望の放射レベルを達成できない課題があった。また、移動体衛星通信の自動車搭載用アンテナ装置のように正面ではなく低仰角方向に強い放射を要求されるアンテナ装置においては、アンテナ装置内部の比誘電率を大きく放射素子を小さくして低仰角方向への所望の放射レベルを達成しても、アンテナ Q が大きくなり動作帯域が狭くなるため、アンテナ装置の厚さを厚くして動作帯域を確保しなければならず、この際に必要以上にアンテナ装置の厚さが厚くなってしまふなどの課題があった。

【0007】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、低仰角方向への所望の放射レベルと、所望の動作帯域、低反射損失を確保することができる最も薄いアンテナ装置を得ることを目的とする。また、より軽量のアンテナ装置、構造の厚さ精度の高いアンテナ装置、より低コストなアンテナ装置を得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明に係るアンテナ装置は、主放射導体と地板の間に、前記地板側から順にそれぞれの厚さが $t_1 \sim t_n$ 、それぞれの比誘電率が $\epsilon_{r,1} \sim \epsilon_{r,n}$ の n 層の誘電体層が積層されたアンテナ装置において、所望のビーム幅から定まるアンテナの比誘電率 ϵ_{reff} に対して、 $(t_1 + t_2 + \dots + t_n) / (t_1 / \epsilon_{r,1} + t_2 / \epsilon_{r,2} + \dots + t_n / \epsilon_{r,n}) = \epsilon_{reff}$ を概ね満たすように、かつ、前記比誘電率 ϵ_{reff} において所望の動作帯域と低反射損失を確保できる放射導体-地板間の厚さの最低値 t_{min} に対して、 $t_1 + t_2 + \dots + t_n = t_{min}$ を概ね満たすように、前記 n 層の誘電体層の各厚さ $t_1 \sim t_n$ を定めたものである。

【0009】請求項2記載の発明に係るアンテナ装置は、主放射導体が給電放射導体であるアンテナ装置において、 n 層の誘電体層の各厚さ $t_1 \sim t_n$ を請求項1記載のように定めたものである。

【0010】請求項3記載の発明に係るアンテナ装置は、第 n 層以外の誘電体層上に、給電されない主放射導体を励振するための給電放射導体およびこの給電放射導体に給電する給電回路を設けたものである。

【0011】請求項4記載の発明に係るアンテナ装置は、給電放射導体および給電回路をフィルム基板により構成して剛性の誘電体層上に配置し、前記フィルム基板上に緩衝材を配置し、この緩衝材上に剛性の誘電体層を配置したものである。

【0012】請求項5記載の発明に係るアンテナ装置は、請求項4記載の構成において、剛性の誘電体層の緩衝材と接触する部分を残し、前記部分より主放射導体側の誘電体層を、主放射導体および給電放射導体の周囲を除いて取り除いたものである。

【0013】請求項6記載の発明に係るアンテナ装置は、請求項3記載の構成において、主放射導体および給電放射導体の周囲を除いて、給電放射導体および給電回路より前記主放射導体側の誘電体層の全てもしくは一部を取り除いたものである。

【0014】請求項7記載の発明に係るアンテナ装置は、請求項2記載の構成において、主放射導体の周囲を除いて、誘電体層の全てもしくは一部を取り除いたものである。

*

$$\epsilon_{reff} = (t_1 + t_2 + \dots + t_n) / (t_1 / \epsilon_{r,1} + t_2 / \epsilon_{r,2} + \dots + t_n / \epsilon_{r,n}) \quad \dots (1)$$

【0021】一方、放射素子9の放射パターンはアンテナ

*【0015】請求項8記載の発明に係るアンテナ装置

は、第 n 層以外の誘電体層のうちのいずれかに配置した硬度の低い誘電体層の厚さを概ね一定に保つ厚さ保持機構を設けたものである。

【0016】請求項9記載の発明に係るアンテナ装置は、給電放射導体への給電回路にロータリジョイントを接続し、前記給電回路と前記ロータリジョイントの接続点に重ならないように複数の給電放射導体を設けたものである。

【0017】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1によるアンテナ装置の構造を示す断面図であり、図において、9は放射素子（給電された主放射導体）である。アンテナ装置の主放射導体としては、給電された放射導体を用いる場合と、給電されない放射導体を用いる場合があるが、この実施の形態1においては説明の便宜上一例として、主放射導体としての放射素子9が給電回路等の給電手段を有する給電された放射導体である場合について説明する。10はアルミ板等による導体地板（地板）、11は第1の誘電体層（誘電体層）、12は第2の誘電体層（誘電体層）、13は第 n の誘電体層（誘電体層）である。誘電体層は全部で n 層であり、放射素子9と導体地板10の間に積層されている。各誘電体層の厚さは t_1, t_2, \dots, t_n 、比誘電率は $\epsilon_{r,1}, \epsilon_{r,2}, \dots, \epsilon_{r,n}$ である。なお、各層は積層の後、ネジ止め、パッキング等の方法により密着固定されている。

【0018】次に動作について説明する。給電回路等の給電手段を通して給電された電波により放射素子9が励振され、励振された放射素子9は電波を空間に放射する。この際に、以下に示すように、最小の厚さで構成されたアンテナ装置において、低仰角方向への所望の放射レベルと、所望の反射特性、動作帯域を確保した放射が行われる。

【0019】このアンテナ装置の各誘電体層の厚さ t_1, t_2, \dots, t_n は以下のようにして定める。まずアンテナの比誘電率 ϵ_{reff} について説明する。一般にアンテナの比誘電率とは放射素子9と導体地板10の間に1層だけの誘電体層があると見なした場合の、その誘電体層の誘電率である。図1のように複数層の誘電体層がある場合、放射素子9と導体地板10の間隔、放射素子9の大きさ、及び放射素子9の動作周波数を変えないようにこの複数層の誘電体層を単一の誘電体層に置き換えると、この単一の誘電体層の比誘電率 ϵ_{reff} は式(1)で近似される。

【0020】

ナの比誘電率 ϵ_{reff} と放射素子9の形状で決まる。従っ

て、放射素子9の形状を予め決めれば、低仰角方向への所望の放射レベルが確保できる所望のビーム幅（ビームの広がり）を得るために必要なアンテナの比誘電率 ϵ_{reff} が定まる。

【0022】次に、放射素子9の動作帯域と反射損失に*

$$BW = (s - 1) / (QT \cdot \sqrt{s})$$

【0024】なおここで、QTは放射素子9のクオリティファクターである。QTは主としてアンテナの比誘電率 ϵ_{reff} と放射素子9の形状及び放射素子9と導体地板10の間隔で決まる。従って、放射素子9の形状を予め決めれば、アンテナの比誘電率 ϵ_{reff} により、所望の動作帯域と反射特性を得るために必要な、放射素子9と導体地板10の最小の間隔 t_{min} が定まる。

【0025】以上のようにして、所望のビーム幅を得る*

$$\begin{aligned} (t_1 + t_2 + \dots + t_n) / (t_1 / \epsilon_{r1} + t_2 / \epsilon_{r2} + \dots + t_n / \epsilon_{rn}) = \\ \epsilon_{reff} \end{aligned} \quad \dots (3)$$

$$t_1 + t_2 + \dots + t_n = t_{min} \quad \dots (4)$$

【0027】なおここで、 ϵ_{reff} は所望のビーム幅から定まるアンテナの比誘電率であり、 t_{min} はこの比誘電率 ϵ_{reff} において所望の動作帯域と反射特性を確保できる放射素子9と導体地板10の間の最小の間隔である。

【0028】なお、仮に所望の比誘電率 ϵ_{reff} 、所望の厚さ t_{min} の誘電体がある場合には、上記誘電体層を1層で実現することが可能であるが、都合の良い材料が入手できない場合、この実施の形態1のように、比誘電率の異なる複数の入手可能な誘電体を組み合わせて使用することにより目的のアンテナを構成することができる。

【0029】以上のように、この実施の形態1によれば、低仰角方向への所望の放射レベルと、所望の反射特性、動作帯域を確保することができる最も薄いアンテナ装置を得ることができる。

【0030】なお、従来例等のように、アンテナ装置の主放射導体がこの実施の形態1のように給電放射素子でなく、給電放射素子により励振される無給電放射素子である場合には、無給電放射素子と導体地板10との間に上記手法を適用すればよく、同様に、所望の特性を確保した最も薄いアンテナ装置を得ることができる。

【0031】また、複数の誘電体層のうちのいくつかが従来例のように空気層である構成もちろん可能であり、空気の誘電率と空気層の厚さを用いて計算に導入すればよい。

【0032】実施の形態2. 図2はこの発明の実施の形態2によるアンテナ装置の構造を示す断面図であり、図において、1は後述のフィルム基板17上に形成された銅、アルミ等による給電放射素子（給電放射導体）、2は無給電放射素子（給電されない主放射導体）である。14は第1の誘電体平板（剛性の誘電体層）、15は第2の誘電体平板（剛性の誘電体層）であり、例えばテフロンや低損失のPPO（ポリ・フェニレン・オキサイド）等の材質により形成されている。16は例えば発泡

* ついて考える。反射損失の指数であるVSWRがs以下になる放射素子9の動作帯域BWは式(2)で表される。

【0023】

$$\dots (2)$$

※ ために必要なアンテナの比誘電率 ϵ_{reff} と、所望の動作帯域と反射特性を得るために必要な放射素子9と導体地板10の最小の間隔 t_{min} が一意に定まる。従って、以下の式(2)と式(3)を満たすように各誘電体層の厚さ $t_1 \sim t_n$ を定めれば、所望の特性を確保できる最も薄いアンテナを得ることができる。

【0026】

ポリエチレン等の発泡材による発泡材平板（誘電体層、緩衝材）、17は給電放射素子1や給電回路をエッチングで構成したフィルム基板である。各層は積層の後、ネジ止め、バックリング等の方法により密着固定されている。なお、図1および図8に示した部分と同一または相当の部分については同一符号を付して重複説明を省略する。

【0033】このアンテナ装置において、誘電体は第1の誘電体平板14、第2の誘電体平板15および発泡材平板16により構成されており、給電放射素子1および給電回路はフィルム基板17により構成されている。このフィルム基板17は柔軟であるため、第2の誘電体平板15により緩衝材としての発泡材平板16を介してフィルム基板17を第1の誘電体平板14側に押圧して密着させ、これにより、フィルム基板17の平面形状および配置精度を保つ構成としている。また、無給電放射素子2は、第2の誘電体平板15に例えば銅箔テープ等の導体箔を接着して構成している。

【0034】次に動作について説明する。この実施の形態2のアンテナ装置の動作は従来例と同様であり、給電回路を通して給電された電波により給電放射素子1が励振され、励振された給電放射素子1から放射された電波が無給電放射素子2に電磁氣的に結合し、無給電放射素子2を励振する。励振された無給電放射素子2は電波を空間に放射する。

【0035】第1の誘電体平板14、第2の誘電体平板15、発泡材平板16の厚さは、前記実施の形態1で示したと同様にして、所望のビーム幅、所望の動作帯域と反射特性から決定する。この場合、フィルム基板17は薄いため無視するが、フィルム基板17の比誘電率を用いて計算に導入することもできる。このような誘電体層の厚さの設定により、低仰角方向への所望の放射レベルと、所望の動作帯域、低反射損失を確保した最も薄いア

ンテナ装置を得ることができる。

【0036】また、一般に従来例や実施の形態1等のアンテナ装置において、放射素子や給電回路は導体膜張誘電体基板をエッチングして構成することが多いが、導体膜張誘電体基板は高価で製造コストが高くなる。これに対して、この実施の形態2のアンテナ装置では、フィルム基板17を用いているため、製造コストを低く抑えることができる。

【0037】さらに、フィルム基板17は柔軟であるため配置精度を保ちにくい、この実施の形態2のアンテナ装置においては、剛性の第1の誘電体平板14上にフィルム基板17を配置し、フィルム基板17上に緩衝材としての発泡材平板16を配置し、その上に剛性の第2の誘電体平板15を配置してフィルム基板17を押圧しているため、フィルム基板17中の給電放射素子1の平面形状および配置精度を高い精度で保つことができ、所望のモードの励振を高い精度で行えるようにアンテナ装置の性能を確保している。また、誘電体層としての軽量の発泡材平板16の使用により、アンテナ装置の軽量化を図っている。

【0038】実施の形態3。図3はこの発明の実施の形態3によるアンテナ装置の構造を示す断面図であり、図において、1は給電放射素子、2は無給電放射素子、18は第1の誘電体層11の上に形成され、給電放射素子1に給電を行う給電回路である。なお、図1または図2に示した部分と同一または相当の部分については同一符号を付して重複説明を省略する。

【0039】前記実施の形態1で述べたように、各誘電体層の厚さ $t_1 \sim t_n$ は放射素子に要求される特性のみで定まる。給電回路18を形成する上で第2から第nまでの誘電体層は不要であり、また、各誘電体層の厚さが問題になるのは給電放射素子1および無給電放射素子2の周囲のみであり、その他の部分では電気的には各誘電体層は必要ない。そのため、この実施の形態3では、給電放射素子1および無給電放射素子2の周囲を除いて第2から第nまでの誘電体層を除去している。

【0040】以上のように、この実施の形態3によれば、給電放射素子1および無給電放射素子2の周囲を除いて第2から第nまでの誘電体層を除去したため、前記実施の形態1と比較して軽量化を図ることができる。

【0041】なお、上記においては、主放射導体が給電されない無給電放射素子2である場合を示したが、前記実施の形態1のように主放射導体が給電された放射導体である場合にも、同様に、主放射導体の周囲を除いて誘電体層の全てもしくは一部を取り除いた構成とすることが可能であり、同様に軽量化を図ることができる。

【0042】実施の形態4。図4はこの発明の実施の形態4によるアンテナ装置の構造を示す断面図である。なお、図2に示した部分と同一または相当の部分については同一符号を付して重複説明を省略する。この実施の形

態4は、前記実施の形態2の構造における第2の誘電体平板15の厚さを無給電放射素子2の周囲を除いて薄く形成したものである。

【0043】前記実施の形態3で述べたように、各誘電体層の厚さが問題になるのは給電放射素子1および無給電放射素子2の周囲のみであり、その他の部分では、電気的には第2の誘電体平板15、発泡材平板16等の誘電体層は必要ない。この実施の形態4では、第2の誘電体平板15および発泡材平板16はフィルム基板17を上から押圧して第1の誘電体平板14に密着させる役割を果たしているため、全てを削除せず、第2の誘電体平板15を薄くするのに止めている。

【0044】以上のように、この実施の形態4によれば、無給電放射素子2の周囲を除いて第2の誘電体平板15の厚さを薄く形成したので、前記実施の形態2と同様の効果が得られるのに加え、前記実施の形態2と比較してより軽量のアンテナ装置とすることができる。

【0045】実施の形態5。図5はこの発明の実施の形態5によるアンテナ装置の構造を示す断面図であり、図において、19は第3の誘電体層（誘電体層）、20は第1の誘電体層11と第3の誘電体層19の間に設置されたスペーサ（厚さ保持機構）である。なお、図1に示した部分と同一または相当の部分については同一符号を付して重複説明を省略する。なおここで、第1の誘電体層11と第3の誘電体層19は硬度の高い材質により構成されており、第2の誘電体層12は発泡材平板等の硬度の低い材質により構成されているものとする。スペーサ20の設置方法には、例えば、第2の誘電体層12の積層の際に、第2の誘電体層12に形成した孔にスペーサ20を挿入する等の方法を用いることができる。

【0046】例えば図5に示した第2の誘電体層12のように、誘電体損を少なくする目的やフィルム基板等の柔軟部材を押圧する目的で発泡材平板等の硬度の低い材質を用いる場合があるが、このような場合、硬度の低い誘電体層が変形を起こして厚さ精度が維持されないと、所望の特性を確保できなくなる。このため、この実施の形態5においては、第1の誘電体層11と第3の誘電体層19の間にスペーサ20を設置している。これにより、硬度の低い第2の誘電体層12の厚さ精度が維持される。

【0047】なお、スペーサ20に金属を用いた場合に放射素子9の電界分布の形および共振周波数が変わる程度にスペーサ20の設置個所が放射素子9に近い場合は、スペーサ20の材質として金属を用いず誘電体を用いるのがよい。

【0048】以上のように、この実施の形態5によれば、発泡材平板等の硬度の低い材料により構成された第2の誘電体層12の厚さ精度を維持することができ、これにより、発泡材平板等の硬度の低い材質の誘電体層を用いた場合にもアンテナ装置の性能を維持することが可

能となる。

【0049】実施の形態6．図6はこの発明の実施の形態6によるアンテナ装置の構造を示す断面図であり、図において、21は導体地板10に設けられたカシメナット（厚さ保持機構）、22はこのカシメナット21に螺合するねじ（厚さ保持機構）である。なお、図2に示した部分と同一または相当の部分については同一符号を付して重複説明を省略する。

【0050】この実施の形態6は、前記実施の形態2の構造において、導体地板10にカシメナット21を設置し、カシメナット21の頭部を第2の誘電体平板15に接触させ、かつ第2の誘電体平板15に設けた穴を通したねじ22で第2の誘電体平板15とカシメナット21を固定したものである。なお、カシメナット21およびねじ22に金属を用いた場合に給電放射素子1および無給電放射素子2による電界分布の形および共振周波数が変わる程度にスペーサ20の設置個所が給電放射素子1および無給電放射素子2に近い場合は、カシメナット21およびねじ22の材質として金属ではなく誘電体を用いるのがよい。

【0051】以上のように、この実施の形態6によれば、カシメナット21を介することにより、導体地板10と第2の誘電体平板15の間隔の精度を保つことができ、かつ第1の誘電体平板14の厚さ精度に応じて、給電放射素子1および給電回路が形成されたフィルム基板17の配置精度、および誘電体層としての発泡材平板16の厚み精度を保つことができ、アンテナ装置の性能を維持することができる。

【0052】実施の形態7．図7はこの発明の実施の形態7によるアンテナ装置の構成図であり、図7（a）は縦断面図、図7（b）は図7（a）のA-A'断面図である。図において、23はロータリジョイント、24はフィルム基板17上に設けられた給電回路、25はロータリジョイント23と給電回路24の接続点である。ロータリジョイント23は接点を保ったままその図中上部が図中下部に対して回動自在となっている継手であり、この実施の形態7においては、ロータリジョイント23の図中上部がアンテナ装置の他の部分に対して固定され、共に回動するように構成されている。なお、図2に示した部分と同一または相当の部分については同一符号を付して重複説明を省略する。

【0053】この実施の形態7は、前記実施の形態2のアンテナ装置をアレーアンテナ化し、かつ、ロータリジョイント23により給電するようにしたものである。ロータリジョイント23には、図中上部を回動させるためのモータ等の回動手段が適宜設けられる。なお、図7

（b）に示したように、ロータリジョイント23と給電回路24の接続点25上には、他の給電放射素子1への有効な給電が行われるようにするため給電放射素子1を設けない構造としている。この場合、各給電放射素子1

の中心に給電放射素子1を設ける構成の方が、所望の放射パターンを得ることが容易であるが、接続点25の上方に給電放射素子1を設けるような素子配列にすると、給電回路24と給電放射素子1を別層に構成しなければならず、部品点数が増加してアンテナ装置の製造コストが上昇するため、そのような素子配列はとっていない。

【0054】以上のように、この実施の形態7によれば、ロータリジョイント23を備える構成としてアンテナ装置を機械的に回動自在としたため、放射方向を自由に回動させることができ、移動体衛星通信の自動車搭載用等に利用が可能なアンテナ装置とすることができる。また、ロータリジョイント23との接続の際に、接続点25上に給電放射素子1を設けない構成としたため、給電回路24と給電放射素子1を別層に設けたり給電回路24との接続点が回転中心以外にある特殊なロータリジョイントを使用したりする必要がなく低コストにより製造でき、各給電放射素子1に有効に給電を行える回動自在なアレーアンテナを構成することができる。

【0055】なお上記においては、給電放射素子1と無給電放射素子2とを備え、無給電放射素子2を主放射導体としたアンテナ装置に、ロータリジョイント23を適用した例を示したが、主放射導体が給電放射導体であるアンテナ装置に適用することも可能であり、この場合は、主放射導体に給電する給電回路にロータリジョイント23を上記と同様に接続すれば、同様な効果が得られる。

【0056】

【発明の効果】以上のように、請求項1記載の発明によれば、主放射導体と地板の間に、前記地板側から順にそれぞれの厚さが $t_1 \sim t_n$ 、それぞれの比誘電率が $\epsilon_{r1} \sim \epsilon_{rn}$ のn層の誘電体層が積層されたアンテナ装置において、所望のビーム幅から定まるアンテナの比誘電率 ϵ_{reff} に対して、 $(t_1 + t_2 + \dots + t_n) / (t_1 / \epsilon_{r1} + t_2 / \epsilon_{r2} + \dots + t_n / \epsilon_{rn}) = \epsilon_{reff}$ を概ね満たすように、かつ、前記比誘電率 ϵ_{reff} において所望の動作帯域と低反射損失を確保できる放射導体—地板間の厚さの最低値 t_{min} に対して、 $t_1 + t_2 + \dots + t_n = t_{min}$ を概ね満たすように、前記n層の誘電体層の各厚さ $t_1 \sim t_n$ を定めるように構成したので、低仰角方向へ所望の放射レベルと、所望の動作帯域、低反射損失を確保した最も薄いアンテナ装置を得ることができる効果がある。

【0057】請求項2記載の発明によれば、主放射導体が給電放射導体であるアンテナ装置において、n層の誘電体層の各厚さ $t_1 \sim t_n$ を請求項1記載のように定めるように構成したので、主放射導体が給電放射導体であるアンテナ装置において、低仰角方向へ所望の放射レベルと、所望の動作帯域、低反射損失を確保した最も薄いアンテナ装置を得ることができる効果がある。

【0058】請求項3記載の発明によれば、第n層以外

の誘電体層上に、給電されない主放射導体を励振するための給電放射導体およびこの給電放射導体に給電する給電回路を設けるように構成したので、主放射導体が無給電放射導体であるアンテナ装置において、低仰角方向へ所望の放射レベルと、所望の動作帯域、低反射損失を確保できる最も薄いアンテナ装置を得ることができる効果がある。

【0059】請求項4記載の発明によれば、給電放射導体および給電回路をフィルム基板により構成して剛性の誘電体層上に配置し、前記フィルム基板上に緩衝材を配置し、この緩衝材上に剛性の誘電体層を配置するように構成したので、給電放射導体および給電回路を導体膜張誘電体基板のエッチング等により構成する場合と比較して製造コストを低く抑えることができるとともに、緩衝材を介した剛性の誘電体層への押圧により、柔軟なフィルム基板中の給電放射導体の平面形状および配置精度を高い精度で保つことができ、所望のモードの励振を高い精度で行えるようにアンテナ装置の性能を確保することができる効果がある。

【0060】請求項5記載の発明によれば、請求項4記載の構成において、剛性の誘電体層の緩衝材と接触する部分を残し、前記部分より主放射導体側の誘電体層を、主放射導体および給電放射導体の周囲を除いて取り除くように構成したので、緩衝材を介した剛性の誘電体層への押圧による給電放射導体の平面形状および配置精度を確保してアンテナ装置の性能を確保しながら、誘電体厚さが必要な部分以外の誘電体の除去により、アンテナ装置の軽量化を図ることができる効果がある。

【0061】請求項6記載の発明によれば、請求項3記載の構成において、主放射導体および給電放射導体の周囲を除いて、給電放射導体および給電回路より前記主放射導体側の誘電体層の全てもしくは一部を取り除くように構成したので、誘電体厚さが必要な部分以外の誘電体の除去により、より軽量のアンテナ装置とすることができる効果がある。

【0062】請求項7記載の発明によれば、請求項2記載の構成において、主放射導体の周囲を除いて、誘電体層の全てもしくは一部を取り除くように構成したので、誘電体厚さが必要な部分以外の誘電体の除去により、より軽量のアンテナ装置とすることができる効果がある。

【0063】請求項8記載の発明によれば、第n層以外の誘電体層のうちのいずれかに配置した硬度の低い誘電体層の厚さを概ね一定に保つ厚さ保持機構を設けるように構成したので、誘電体損を少なくする目的やフィルム基板等の柔軟部材を押圧する目的で発泡材平板等の硬度の低い材質の誘電体層を用いた場合にも、硬度の低い誘電体層の厚さ精度を維持してアンテナ装置の性能を維持

することができる効果がある。

【0064】請求項9記載の発明によれば、給電放射導体への給電回路にロータリジョイントを接続し、前記給電回路と前記ロータリジョイントの接続点に重ならないように複数の給電放射導体を設けるように構成したので、アンテナ装置を機械的に回動自在として放射方向を自由に回動させることができるため、移動体衛星通信の自動車搭載用等に利用が可能なアンテナ装置とすることができる効果がある。また、複数の給電放射導体を接続点に重ならないように配置したため、単純な構成により複数の給電放射導体への有効な給電を可能として、回動自在なアレーアンテナを低コストにより構成することが可能となる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1によるアンテナ装置の構造を示す断面図である。

【図2】 この発明の実施の形態2によるアンテナ装置の構造を示す断面図である。

【図3】 この発明の実施の形態3によるアンテナ装置の構造を示す断面図である。

【図4】 この発明の実施の形態4によるアンテナ装置の構造を示す断面図である。

【図5】 この発明の実施の形態5によるアンテナ装置の構造を示す断面図である。

【図6】 この発明の実施の形態6によるアンテナ装置の構造を示す断面図である。

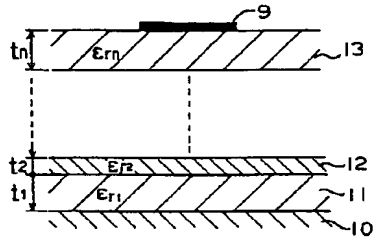
【図7】 この発明の実施の形態7によるアンテナ装置の構成図であり、(a)は縦断面図、(b)は(a)のA-A'断面図である。

【図8】 従来のアンテナ装置の構成図であり、(a)は断面図、(b)は(a)においてA側から見た誘電体基板4の正面図、(c)は(a)においてB側から見た誘電体基板3の正面図である。

【符号の説明】

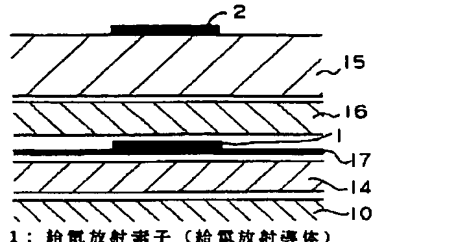
1 給電放射素子(給電放射導体)、2 無給電放射素子(給電されない主放射導体)、9 放射素子(給電された主放射導体)、10 導体地板(地板)、11 第1の誘電体層(誘電体層)、12 第2の誘電体層(誘電体層)、13 第nの誘電体層(誘電体層)、14 第1の誘電体平板(剛性の誘電体層)、15 第2の誘電体平板(剛性の誘電体層)、16 発泡材平板(誘電体層、緩衝材)、17 フィルム基板、18、24 給電回路、19 第3の誘電体層(誘電体層)、20 スペース(厚さ保持機構)、21 カシメナット(厚さ保持機構)、22 ねじ(厚さ保持機構)、23 ロータリジョイント、25 接続点。

【図1】



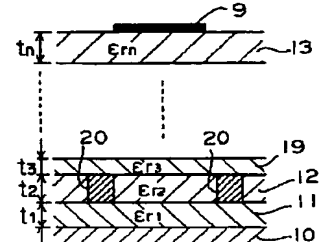
- 9: 放射素子 (給電された主放射導体)
 10: 導体地板 (地板)
 11: 第1の誘電体層 (誘電体層)
 12: 第2の誘電体層 (誘電体層)
 13: 第nの誘電体層 (誘電体層)

【図2】



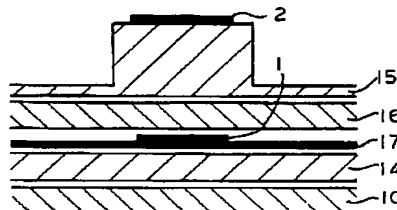
- 1: 給電放射素子 (給電放射導体)
 2: 無給電放射素子 (給電されない主放射導体)
 14: 第1の誘電体平板 (剛性の誘電体層)
 15: 第2の誘電体平板 (剛性の誘電体層)
 16: 発泡材平板 (誘電体層, 緩衝材)

【図5】



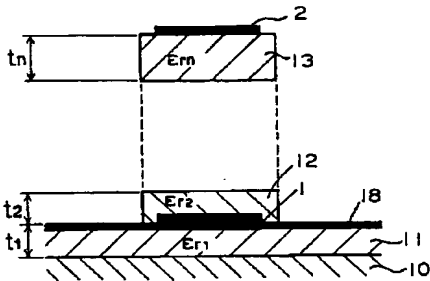
- 19: 第3の誘電体層 (誘電体層)
 20: スペース (厚さ保持機構)

【図4】



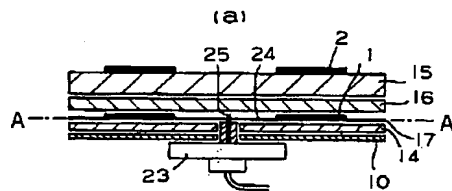
- 17: フィルム基板

【図3】

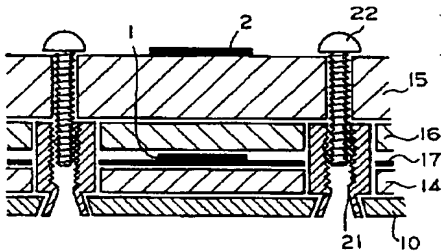


- 18: 給電回路

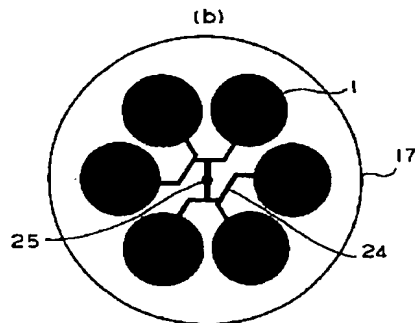
【図7】



【図6】

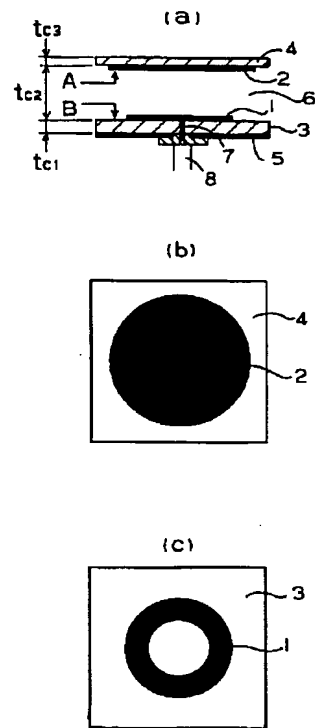


- 21: カシメナット (厚さ保持機構)
 22: おじ (厚さ保持機構)



- 23: ロータリジョイント
 24: 給電回路
 25: 接続点

【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 中原 新太郎
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
 菱電機株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.